

気候変動をめぐる消費者向け環境情報 —温暖化影響および家庭部門における二酸化炭素削減策—

竹濱 朝美*

本研究は、気候変動に関して、イギリス環境食品農務省により、エクセターで2005年2月に開催された気候変動専門家会議（Avoiding Dangerous Climate Change）の資料に基づいて、全球地上平均気温が産業化以前に比べて、2℃を突破する危険について、消費者向け環境情報を考察する。

気候システムが極めて長期的な慣性（inertia）をもつこと、また、気温上昇2℃に伴うリスク影響がいかに深刻なものであるかについて正確に理解しない限り、消費者は、なぜ、これほど膨大な量の温室効果ガスの削減が必要なのか、理解できないであろう。

第一に、気温2℃上昇を回避するためには、温室効果ガス濃度は、何ppmに安定化させればよいのかについて、排出削減パス（emission pathways）の議論を要約している。エクセター会議の資料によれば、気温上昇を2℃以下に抑える可能性について、「見込みあり」と判断できるのは、温室効果ガスが400ppm（CO₂eq）以下の場合である。この指摘は、これまで考えられていた温室効果ガスの安定化濃度よりも、はるかに厳しい内容である。しかも、気候変動による深刻な影響は、気温上昇が1℃のあたりから、現われること、多くの人々にとって、2℃上昇は、決して安全とは言えない水準であることが、最新の研究により、明らかにされた。温室効果ガスを400ppm（CO₂eq）以下に安定化させるためには、世界の総排出量は、遅くとも、今後20年以内にピークを迎え、かつ究極的な削減に転じなければならない。かつ、世界の温室効果ガスの総排出量は、2050年までに、1990年水準より50%削減されなければならない。これらの最新の研究が意味するところは、現在の地球の二酸化炭素濃度は、既に、気温上昇を2℃以下に抑えるには限界に達しており、人類が存続するには危機的水準に到達していることを意味している。

第二に、本稿後半では、家庭部門における二酸化炭素排出削減政策について、イギリスと日本の政策を比較している。イギリスの削減政策は、家庭用暖房、断熱設備、地域暖房、太陽光パネル、その他における家庭部門のエネルギー消費効率の改善に向けて、多様な財政補助、資金援助、低所得世帯対策にインセンティブを導入しており、一定の成果を挙げている。日本の家庭部門における削減対策について、参考にすべき政策が展開されている。

はじめに

2005年2月、エクセターにあるイギリス気象

局本部で、気候変動に関する国際会議 Avoiding Dangerous Climate Change¹⁾ が開催された。

この会議によれば、気温上昇は、IPCCの第三次レポートを上回って進行する可能性があること、温室効果ガス450ppm安定化では、産業化以前（1861年から1890年ごろ）に比べて、温度

* 立命館大学産業社会学部教授

2℃上昇を突破する可能性があること、2℃上昇の影響でさえ、多数の人々にとって十分に危険なものであることが明らかになった。温室効果ガスの削減対策を行っても、今世紀中、気温は上昇し続けること、その結果、現在生きている多くの人々の人生のなかで、深刻な被害が発生することが明らかにされた。

気候変動²⁾は、近い将来において深刻な影響が発生すると予測される点で、消費者政策としても第一の緊急性をもつ問題である。二酸化炭素濃度はすでに危機的な水準に達していることについて、消費者が正確な理解をもつこと無しには、温室効果ガスを大幅に削減することはできない。本稿は、このような理由から、気候変動が消費生活に及ぼす影響予測、温室効果ガス削減シナリオについて、エクセター会議の報告を整理し、家庭部門における温室効果ガス削減対策に関する消費者向け情報の方向転換を説くものである³⁾。本稿では、消費者の関心を考慮して、主に、今後50年の近い将来に限定して、気候変動の影響予測を取り上げる。

1. 気候変動予測

(1)気候感度及び thresholds

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change: 気候変動に関する政府間パネル) の第三次報告書 (2001年) は、将来の温室効果ガスの排出は、今世紀末までに気温を1.4から5.8℃、上昇させると予測していた。これに対して、エクセター会議では、新しい知見により、気候変動に伴うリスクは、IPCC 第三次報告書が予測したものより、はるかに深刻であることが明らかになった。

エクセター会議運営委員会報告書は、次の

ように指摘している。「気候感度 (climate sensitivity)⁴⁾ は、IPCC が予測したよりも高いと考えられる証拠が存在する」 (The International Scientific Steering Committee, 2005, p.6)。つまり、IPCC の報告書が予測したよりも、急速に温暖化する可能性がある。「IEA の World Energy Outlook 2004によれば、世界の二酸化炭素の排出は、2002年水準に対して、2030年までに、63%増大すると予測されている。もし、今後20年以内に緊急かつ大量の排出削減が行われなければ、2050年までに、平均気温が、2℃までの間に上昇することは、殆ど確実である」 (The International Scientific Steering Committee, 2005, p.7)。

気温または温度が1℃上昇に達するあたりから、影響を受けやすい生態系の実質的な崩壊が始まり、回復不可能となる。2℃、3℃と上昇するにしたがって、被害は深刻化していく。産業化以前に比べて、平均気温が1℃上昇すると、珊瑚礁生態系の死滅が始まり、珊瑚が白化する。気温1℃または1.5℃に上昇すると、グリーンランド氷床コアの実質的融解が始まる。グリーンランド氷河が全て融解すれば、海面は7メートル上昇すると予測されている。気温2℃から4℃、または二酸化炭素濃度が450ppmまたは550ppmに上昇すると、南極西部の氷床コアは、実質的崩壊に向かうと予測される。(Schneider and Lane 2005, O'Neil and Oppenheimer 2002, Oppenheimer and Alley 2005, Hansen 2004)。

表1は、エクセター会議における影響予測から、主な内容を抜粋したものである。2004年時点の全球平均地上気温は、産業化以前に比べて既に0.6℃上昇している。温室効果ガスについて、現在のままの排出状況が続けば、2020から

2030年ごろには、地上気温は産業化以前に比べて、1℃上昇に到達し、2050年頃には1.3℃から2℃に上昇すると予測される（表1）⁵⁾。

(2)温度2℃上昇による影響

表1によれば、気温上昇が1℃以下の段階では、気候変動のリスクは局地的であり、脆弱な生態系で被害が発生する。1℃以上に上昇すると、途上国では農業生産高の減少、インドや中国などの大都市部では水不足、沿岸部での浸水被害が広がり、1.3℃あたりから、北米、その他各地でのマラリヤ被害と水不足が深刻になる。1℃から1.5℃に上昇すると、途上国では農業生産による収益をあげることが困難になる。2℃近くになると、地球規模で水不足が深刻になる。

気温上昇が2℃を突破すると、アメリカ合衆国、カナダ、オーストラリア、EUなどでも、農業生産高が激減する。このことは、日本のように、食糧自給率がきわめて低く、食糧の大半を輸入に依存している国にとって、深刻な事態の到来を意味する。2℃以上に上昇すると、沿岸部の洪水被害、飢餓、マラリアの被害は大規模になる。2℃から2.5℃の上昇で、南アフリカ、南アジア、ロシアの一部では、食糧生産が期待できなくなる。全体的に、気温が2℃以上に上昇すると、食糧生産は世界的に急落し、マラリア、飢餓、水不足などの被害が、広範囲かつ大規模、頻繁になるとされる（Hare, 2005、および表1参照）。

2. 日本における気候変動の影響

(1)熱波・高温日の予測

日本では、熱波・異常高温による熱中症リス

ク、台風・集中豪雨のリスク、米収穫量の減少などの予測が出されている。国立環境研究所は、日本における温暖化の進行予測について、1971年-2000年と比較した場合、2071年-2100年の日本の日平均気温は、4.2℃上昇、日最高気温は4.4℃上昇、降水量は19%増大すると予測している。真夏日の日数は、70日程度増加し、100ミリ以上の豪雨日数も増加すると予測している（国立環境研究所、2005）。

熱波・異常高温は、2010年前後から、日中の最高気温が30℃を超える日が増大しはじめ、2030年ごろから、高温日の日数は、急激に増加すると予測されている（図1）（Harasawa, 2005, p.2）。この予測は、ヒートアイランド現象の影響を除外した予測である。都市部では、気候変動による気温上昇に加えて、ヒートアイランド現象による温度上昇が加わるため、実際には、この予測以上の温度上昇が起こる可能性がある。

2004年には、東京で39.5℃を記録したが、これは、1923年に日本で気象記録をとり始めて以来、もっとも高い温度であった。これにより、昨年、東京圏では、熱中症による病院搬送人数は600人を超えている。過去の観測記録から、気温30℃を超えると、子供や高齢者、病氣治療中の人を中心に熱中症被害が始め、気温35℃をこえると、熱中症被害が激増することが確認されている（Harasawa, 2005、国立環境研究所2005）。

現在の全球地上平均気温が、産業化以前に比べて0.6℃上昇であるのに対して、日本の地上平均気温は、すでに1℃上昇している。都市部では過去100年間で2℃上昇、東京では3℃上昇に達している。都市部での急速な気温上昇は、温暖化とヒートアイランド現象の両方の影

表1 気温上昇，降雨量変化，異常気象による人的システムへの影響

温度上昇	予想年次	影 響 予 測
0.8℃	2020年	4億人に水不足，(Parry 2004)
0.8℃	2030年	マラリヤ被害1.27倍。デング熱被害1.3倍（北アメリカ），(McMichael et al. 2004)
0.8℃	2030年	洪水の死者1.44倍に（西アフリカ） 洪水の死者，3.58倍（中央，南アメリカ），(McMichael et al. 2004)
0.9℃	2020年	6億人-16億人に水不足，地球規模，(Parry 2004)
0.9℃	2020年	5億-6億人に水不足，地球規模，(Parry 2004)
1℃	2020年	2億人以上に水不足，地球規模，(Arnell 2002)
1℃	2020年	8億人に水不足，地球規模，(Parry 2004)
1℃		大麦収穫量1割減少（ウルグアイ），(IPCC 2001)
1℃		米収穫量6%-10%減少（南アジア）(ECF 2004)
1℃	2020年	途上国では農業生産で収益困難になる。 先進国が農業生産で収益を上げるようになる（各種報告あり）
1.2℃	2020年	2億から6億人に水不足，地球規模，(Arnell 2002)
1.3℃		食糧価格の高騰（地球規模）(Hare 2003)
1.3℃	2050年	13億-23億人に水不足，地球規模，(Parry. 2001)
1.3℃	2050年	洪水の死者増（西アフリカ），(McMichael et al. 2004)
		洪水の死者増大，中央・南アフリカ，(McMichael et al. 2004)
1.3℃	2030年	マラリヤおよびデング熱のリスク1.33倍に増大（北アメリカ），(McMichael et al. 2004)
1.3℃	2050年	マラリヤ被害，1億-2億人，地球規模，(Parry 2001)
1.3℃	2050年	500万人に飢餓，発展途上国（Parry 2001, Hare 2003）
1.3℃	2080年	4億人水不足，地球規模（Parry 2001）
1.3℃	2080年	1億5,000万人，マラリア，（地球規模）(Parry 2001)
1.4℃	2050年	海岸線後退，珊瑚の白化（死滅），カリブ海沿岸，インド洋沿岸，小島国（ECF 2004）
1.45℃	2050年	9億8,800万人，水不足，地球規模（Parry 2004）
1.5℃	2080年	1億6,500万人，マラリア，地球規模，(McMichael et al. 2004, Hare 2003)
1.5-2℃		低所得農民層における所得減少，途上国，(Hare 2003)
1.6℃	2030年	マラリアのリスク増大，1.5倍に，北アメリカ，(McMichael et al. 2004)
1.6℃	2030年	洪水による死者1.6倍に，西アフリカ，(McMichael et al. 2004)
	2030年	洪水による死者4.64倍に，中央／南アメリカ，(McMichael et al. 2004)
1.6℃	2050年	洪水による死者，西アフリカ（Parry 2004）
1.6℃	2030年	10億人に水不足，(McMichael et al. 2004)
1.7℃	2050年	16億-26億人に水不足，地球規模，(Parry 2001)
2℃		農業収穫高急落。EU，カナダ，USA，オーストラリア，(Hare 2003)
2℃		農業収穫高減少。リスクが2倍-3倍。これより国際間・地域間緊張高まる（ECF 2004）
2℃		北極圏でイヌイットの狩猟文化が崩壊。（ECF 2004）
2℃		小麦収穫の減少，南アジア，(ECF 2004)
2℃		とうもろこし収穫15%減，ウルグアイ，(IPCC 2001)
2℃		2050年，沿岸部洪水被害2,600万人（特に南・東南アジア），(Parry 2001, IPCC 2001)
1.8-2.6℃	2050年	40%の降雨量減少（1961年-1990年平均比），アフリカ，(ECF 2004)
2.1℃	2080年	23億-30億人に水不足（Parry 2004）
2.1℃	2080年	沿岸部洪水，200-300万人被害（Parry 2004）
2.1℃	2080年	1,000万-2,000万人飢餓（Parry 2004）
2.2℃	2050年	29億人に水不足（Arnell 2002）
2.26℃	2050年	11億人に水不足（Parry 2004）
2.3℃	2050年	1.8億-2.3億人，マラリア（Parry 2001）
2-2.5℃		食糧生産の危機，南アフリカ，南アジア，ロシア，(ECF 2004)

（出所：エクセター会議の資料，Table 2a, Impacts on human systems due to temperature rise, precipitation change and increases in extreme events and sea level rise より，摂氏2.5℃上昇までの被害予測のうち，主な内容を抜粋。原資料には，気温3℃以上に上昇した場合の影響予測も記載されているが，ここでは省略した。（ ）内は，予測を発表した研究者名と論文の発表年次。予測モデルの違いにより，予測年および被害者数に違いがある。（www.stabilisation2005.com/outcomes.html からダウンロード可能，2005年2月3日，閲覧）。

響によるが，夏季の異常高温による熱中症被害は，遠い将来の話ではなく，来年の夏にも起こりうる緊急の懸念である。特に，高齢者，乳幼児を抱える家庭に対して，熱中症リスクに対する警告と必要な行動マニュアルの整備が緊急に必要である⁶⁾。

(2)集中豪雨の予測

さらに，日本については，気候変動に伴い洪水・集中豪雨が激増すると予測されている。集中豪雨の頻度は，2020年ごろから頻度が増大し，50年ごろから激増すると予測されている（図2）。また，台風に伴う一日の平均降雨量は，日本の南海岸において特に増大すると予測されている。2000年以前に比べて，今世紀の後半には，集中豪雨とそれに伴う洪水被害の頻度は，およそ2倍になると予測される。日本は，人口密度および建築物密度もともに高いため，他の東南アジア地域と並んで，被害人数および損害資産額において，洪水被害の集中点になると予測されている（Emori, S., et al. 2005）。

3. 温室効果ガス安定化と2℃突破のリスク

(1) 2℃上昇でも危険な影響

EUは，長期的な気候変動について，全球平均地上気温（global mean surface temperature）は，産業化以前に比べて2℃上昇を超えないという目標を設定してきた⁷⁾。全球平均気温が2℃以上に上昇すると，南極西氷床コアは実質

的崩壊が始まる⁸⁾ からである。しかし最近の研究により，2℃上昇ですら，多くの地域および生態系にとっては，すでに安全とはいえない温度であることが明らかになった。グリーンランドの氷床コアは，局地気温で2.7℃，全球平均気温が1.5℃または2℃で融解・崩壊が誘発されると考えられている。グリーンランド氷床がいったん融解すると，人類が回復することは不可能である。グリーンランドの氷床コアがすべて融解するには1000年以上かかるが，すべて融解すれば，海面は7メートル上昇する。珊瑚礁生態系，山岳地帯の生態系は，気温上昇2℃以内で喪失が発生する⁹⁾。

ドイツ環境省の温室ガス削減政策担当者は，次のように指摘している。多くの地域にとって，気候変動の危険な影響は，産業化以前に比べて，気温上昇1℃を突破した段階から始まる。1℃から2℃上昇までの段階で，多くの深刻な影響が発生する。大規模かつ回復不可能な環境変化は，温度上昇2℃あたりから始まると予測される（Weiß, M., 2005）。

(2) Emission Paths シナリオ

●温度上昇2℃抑制のための400ppm 安定化

気温上昇を2℃までに抑えるためには，温室効果ガスをいくらの濃度で安定させればよいか。これは，排出パス（emission paths）と呼ばれる温室効果ガス排出削減シナリオとして研究されている。従来，温室効果ガス¹⁰⁾の安定化シナリオでは，低い濃度としては450ppmで

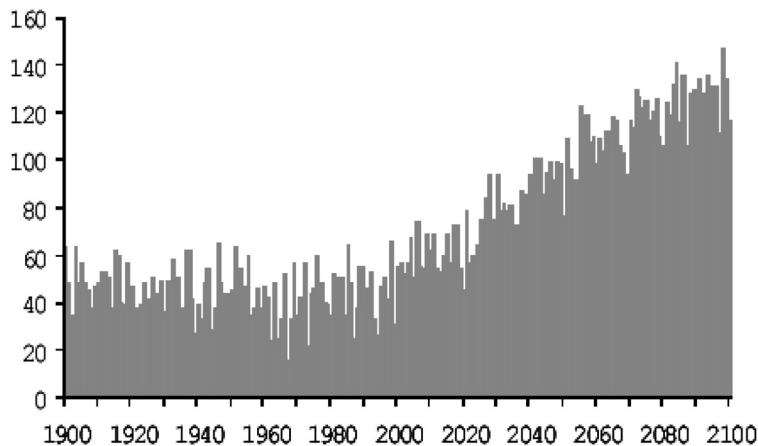


図1 日中最高気温が30℃を超える日数の予測
(ヒートアイランド効果による影響を除外)

出所：Harasawa, H., 2005, 'Key Vulnerabilities and Critical Levels of Impacts in East & South East Asia,' presentation PDF file, Change in higher temperature days 1900-2100, Daily maximum temperature 30℃ without heat island effects.
available at <http://www.stabilisation2005.com/day2/harasawa.pdf>

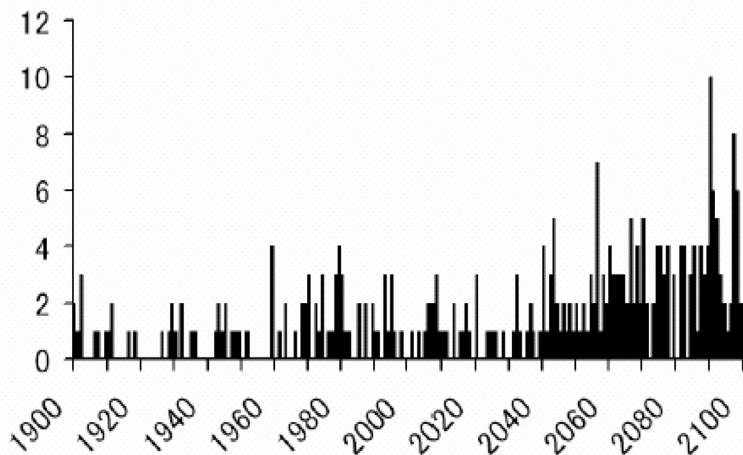


図2 日本における集中豪雨の頻度予測

出所：Emori, S., Kimoto, M., Hasegawa, A., Nozawa, T., Sumi, A., Oki, T., Takahashi, K., Harasawa, H., 2005, Japan as a possible hot spot of flood damage in future climate illustrated by high-resolution climate modelling using the Earth Simulator, figure 2 より。
see http://www.stabilisation2005.com/posters/Emori_Seita.pdf

Risk of overshooting 2°C (stabilisation)

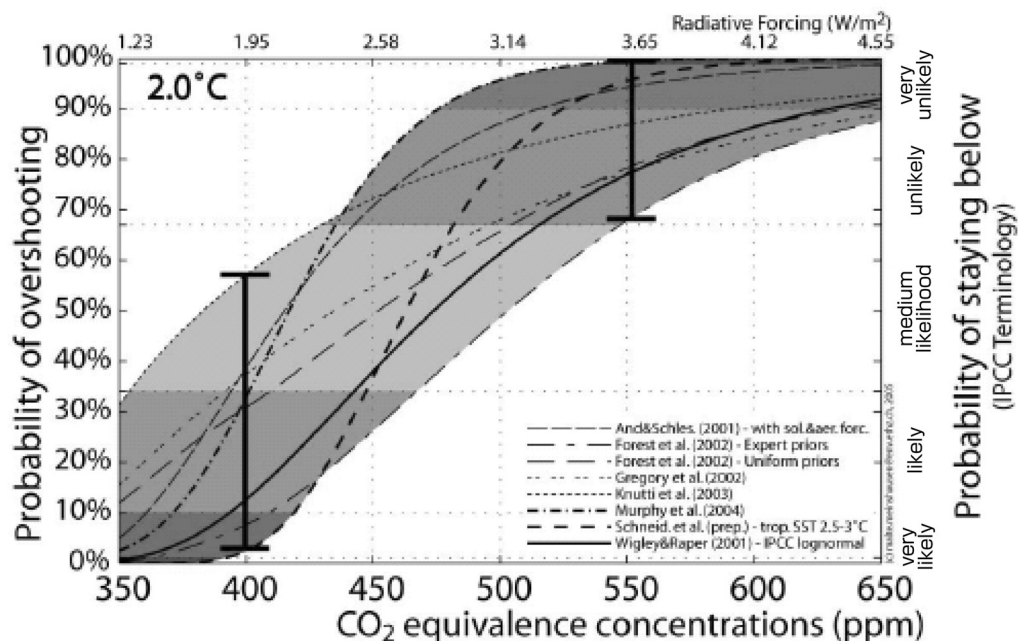


図3 温室効果ガス濃度の安定化レベルと2℃を突破する確率

出所：Meinshausen, M., 2005, 'On the risk of overshooting 2°C' conference presentation PDF file, figure 'Risk of overshooting 2°C (stabilisation)',
<http://www.stabilisation2005.com/day2/Meinshausen.pdf>

の安定化が考察されてきた。EUは、大気中の温室効果ガス濃度を550ppmまでに安定化させることを目標にしてきた。

しかし最新の研究は、温室効果ガスは、二酸化炭素換算濃度で400ppm以下でなければ、温度上昇2℃を突破する危険性が高いと指摘する。これについて、要点を整理する（以下、温室効果ガス濃度については、二酸化炭素換算濃度で表し、CO₂eqと略記する）。

Meinshausen, M. (2005)は、主要な気候モデル8本のclimate sensitivityのprobability density functionから、一定の温室効果ガス濃度に対して、温度2℃以上に上昇する確率を計算している。これによれば、温室効果ガス濃度を450ppm

(CO₂eq)に安定化させる場合、2℃を突破する確率は、26-78%（中央値47%）。つまり、450ppm (CO₂eq)でさえ2℃を突破する確率は有意である。濃度550ppm (CO₂eq)では、2℃を超える確率は68%から99%、つまり550ppm (CO₂eq)では、2℃以下に抑えることは、不可能である（図3）。それどころか、550ppm (CO₂eq)では、気温上昇が4℃を突破する危険さえ、33%もある。これに対して、400ppm (CO₂eq)以下に安定化させる場合には、2℃を突破する危険性は、2%から57%（中央値27%）と低くなる。つまり、温室効果ガスを400ppm (CO₂eq)以下に安定化させることで、ようやく2℃以下に抑える見込みが残る

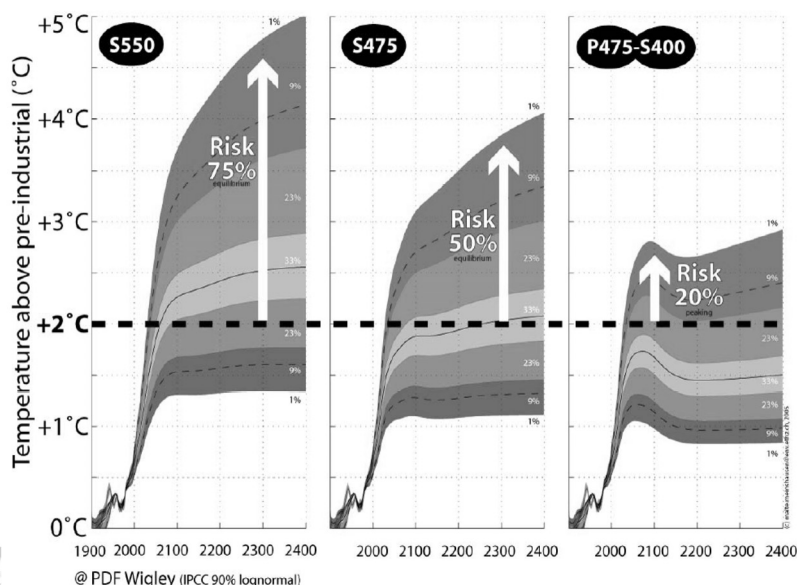


図4 気温上昇2℃を突破するリスク

(温室効果ガス安定化濃度に対する気温上昇の予測、2℃突破の確率)

出所：Meinshausen, M., 2005, 'On the risk of overshooting 2℃,' conference presentation PDF file, p.14, figure, 'risk decrease for lower peaking / stabilisation levels,'

<http://www.stabilisation2005.com/day2/Meinshausen.pdf> よりダウンロード可能。

温室効果ガス濃度は、全て、二酸化炭素換算。温室効果ガスを次の三つの濃度で安定化させた場合に、産業化以前の水準からの気温上昇を予測したもの。S550は、温室効果ガス濃度を550ppm (CO₂eq) で安定化させた場合、S475は濃度475ppm (CO₂eq) で安定化させた場合の気温上昇の予測。P475-S400は、濃度475ppm (CO₂eq) で排出ピークを迎え、その後、濃度400ppm (CO₂eq) で安定化させるとした場合の気温上昇の予測。

(Meinshausen, M., 2005, conference abstract, および conference presentation), (図3)。

ただし注意すべきは、図4にあるように、温室効果ガスを400ppm (CO₂eq) で安定化させる削減策をとった場合¹¹⁾でも、温室効果ガス濃度が安定化した後もしばらく気温上昇が続き、気温は、2050年ごろには、1.5℃から1.8℃近くにまで上昇する可能性が高いという点である¹²⁾ (温度上昇予測、中央値)。前項の表1で示したとおり、気温上昇1.5℃あたりから、洪水被害、沿岸部洪水、マラリヤ、水不足などの被害が大きくなることが予想されていた。このことは、400ppm (CO₂eq) での濃度安定化策をとったとしても、多くの地域で、深刻な影響が発生する

ことを意味する。

●濃度安定化後も気温は上昇

別のシナリオ(den Elzen, M. and Meinshausen, M., 2005)によれば、50%以上の確率で、気温上昇を2℃までに安定させるには、温室効果ガス濃度は400ppm (CO₂eq) 以下、あるいは、少なくとも450ppm (CO₂eq) 以下に安定させることが不可欠であるとする¹³⁾。

温室効果ガスを400ppm (CO₂eq) で安定させる場合(二酸化炭素単独350ppm-375ppm相当)、2℃を突破するリスクは、20%-25%であり、リスクは小さい。450ppm (CO₂eq) で安定化させる場合(二酸化炭素単独400ppmに相

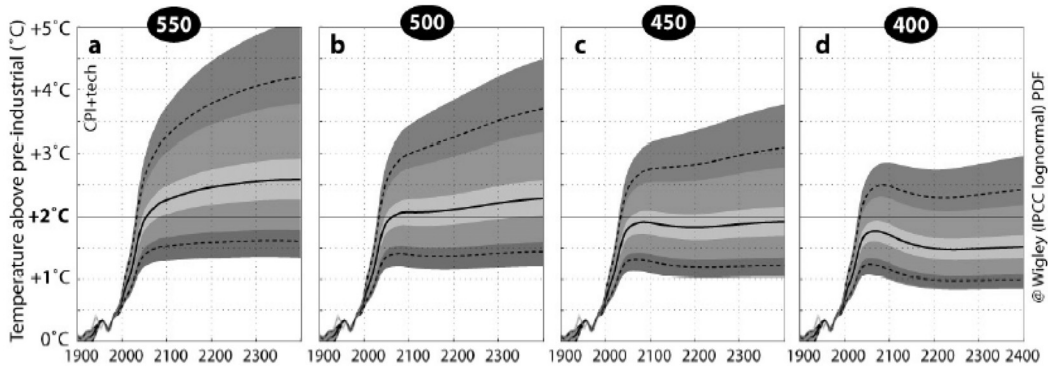


図5 温室効果ガス濃度に対する気温上昇予測，2℃突破するリスク予測

出所：den Elzen, M., and Meinshausen, M., 2005, 'Emission implications of long-term climate targets,' conference abstract, figure 4, p.6 より訳出。

see http://www.stabilisation2005.com/52_Michel_den_Elzen.pdf よりダウンロード可能（2005年2月8日閲覧）。

温室効果ガス濃度（二酸化炭素換算），中央の実線は中央値，破線は，信頼度90%の範囲を示す。2001年までは記録値，2002年以降は予測値を示す。温室効果ガス濃度は，全て二酸化炭素換算濃度である。500ppm 安定化シナリオは525ppm (CO₂eq) で排出ピーク，450ppm 安定化シナリオは500ppm (CO₂eq) で排出ピーク，400ppm 安定化シナリオは480ppm (CO₂eq) で排出ピークを迎えると仮定している。いずれのシナリオも，世界全体の排出量は2015年ごろにピークを迎え，減少に転じると仮定している。

当) には，2℃突破のリスクは，30%-40%と大きくなる。500ppm (CO₂eq) で安定化させる場合（二酸化炭素単独450ppm 相当）は，2℃突破のリスクが50%以上になるため，2℃以下に抑えられる「見込みは無い」と判断される。550ppm (CO₂eq) で安定化させる場合（二酸化炭素単独475ppm に相当）は，2℃を突破するリスクは80%以上，3℃を突破するリスクが33%もある（den Elzen, M. and Meinshausen, M., 2005）（図5 参照）。

図5によれば，このシナリオにおいて，温室効果ガスを400ppm (CO₂eq)，または，450ppm (CO₂eq) に安定化させる削減策をとった場合¹⁴⁾でも，2050年ごろには，気温（予測，中央値）は，1.7℃から2℃付近まで上昇すると予測されている。このことは，影響を受けやすい地域では，400ppm または450ppm での安定化策をとったとしても，すでに安全とはいえないこと

を意味する。

(3)削減開始が遅れた場合のリスク

●温室効果ガス安定化

温室効果ガスを二酸化炭素換算濃度で400ppm (CO₂eq) に安定化することは，二酸化炭素単独では，濃度を350ppm から375ppm に安定化させることに相当する（den Elzen, M., and Meinshausen, M., 2005, p.6）。2003年の時点で，大気中の二酸化炭素濃度は，すでに約376ppm（ハワイ，マウナロアでの観測数値）に達しており，近年は，年2 ppmv 前後で増加している（Cox, et al, 2005）。

温室効果ガス削減には，発電施設などのエネルギー施設の大規模な転換が必要であるが，大規模なエネルギー施設の建造には，計画から建造までに十年以上の年月がかかる。つまり，今直ちに削減対策に着手したとしても，実際に世

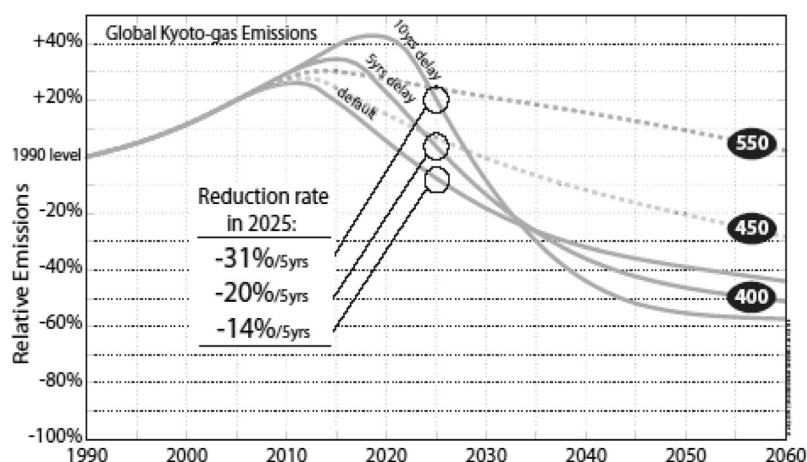


図6 温室効果ガスの削減開始が遅れる場合のシナリオ，削減率の変化
(2010年開始の場合，5年遅れた場合，10年遅れた場合)

出所：Meinshausen, M., 2005, 'On the risk of overshooting 2℃,' conference abstract, p.4, figure 6.

see http://www.stabilisation2005.com/14_Malte_Meinshausen.pdf よりダウンロード可能。

温室効果ガスの削減開始の時期に関して，初期開始，5年後開始，10年後開始の三つのシナリオについて，2025年時点で，5年間あたりの削減率を比較したもの。

初期開始のシナリオ (default)：温室効果ガスの排出は2010-2013年ごろにピークを迎え，その後，削減に向かうとするシナリオ。

開始遅れ5年 (5yrs delay)：排出は2015年ごろピークを迎え，その後，削減に向かうシナリオ。

開始遅れ10年 (10yrs delay)：排出は2020年ごろピークを迎え，その後，削減に向かうシナリオ。

界の総排出量が減少に転じるには，十年を要すると考えられ，かつ，その間も温室効果ガスの排出が続く。この点を考慮するなら，現在の地球の二酸化炭素濃度は，すでに危険な水準に達しており，温室効果ガス400ppm (CO₂eq) で安定化させようの限界にきているといつてよい。直ちに，温室効果ガスの大幅な削減に着手しなければ，温度2℃上昇を回避するチャンスは失われてしまう。

●2050年までに50%削減

Meinshausen, M. (2005) によれば，温室効果ガスの地球全体の総排出量が，2010年から2013年までの間にピークをとり，削減に向かうと仮定すると，400ppm CO₂eq で安定化させるには，2050年までに，1990年水準から40%また

は50%削減される必要がある (図6)。削減率は2025年時点で，5年間あたり14%の削減が必要である¹⁵⁾。

この削減開始は，わずか5年遅れただけでも，その後の削減コストを深刻なものにする。5年遅れただけでも，削減率は，20%に増大する。削減開始が10年遅れれば，5年間あたりの削減率は当初の二倍 (31%) になる (図6) (Meinshausen, M., 2005)。したがって，今後5年から8年以内に，世界全体の排出量を減少に転じさせなければ，温度2℃上昇を回避することは，非常に困難になる。

一般的に，化石燃料に頼らないエネルギー構造を転換するには，発電施設の建設および関連する社会インフラ施設の整備が必要であり，数年から10年以上の年月がかかる。この点を考慮

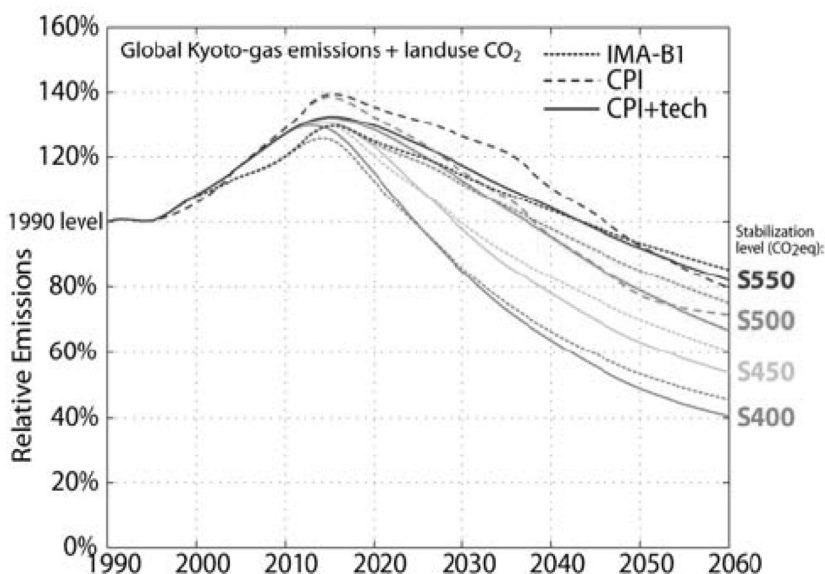


図7 温室効果ガスの削減シナリオ，安定化濃度別

（京都議定書規制の温室効果ガス。濃度400ppm, 450ppm, 500ppm, 550ppm）

出所：den Elzen, M., and Meinshausen, M., 2005, 'Emission implications of long-term climate targets,' conference abstract, figure 5, p.7. より抜粋。

see http://www.stabilisation2005.com/52_Michel_den_Elzen.pdf よりダウンロード可能。2005年2月8日閲覧）

すると、今後5年から8年以内に、世界全体の排出量がピークをとる必要があるということは、きわめて緊急の事態といえる。

●今後20年以内に総排出量がピークとなる必要

別のシナリオ(den Elzen, M. and Meinshausen, M., 2005)によれば、20年間は年率2.5%で、それ以後は、年率2%で削減すると仮定すると、温室効果ガスを400ppmm (CO₂eq) で安定化させるためには、2015年ごろまでに、世界全体の排出量がピークを迎え、減少に転じることが必要であり、2050年までに、1990年水準から50%、または60%削減することが必要である¹⁶⁾。450ppm (CO₂eq) で安定化させる場合は、年率2%で削減すると仮定すると、2015年ごろまでにピークを迎え、2050年までに、1990年水準から30%または40%削減される必要があ

る(図7)。

削減開始がわずか5年遅れても、その影響は深刻である。世界全体の排出量のピークが5年遅れる場合(2020年にピーク)、400ppm (CO₂eq) で安定化させるには、少なくとも20年は年率3.5%で削減を続ける必要がある。450ppm (CO₂eq) で安定化させる場合では、20年間は年率2.5%で削減を続けることが必要となる。排出開始を遅らせる場合でも、排出量のピークを5年から10年遅らせるのが限界である。いずれの場合も、温室効果ガスは、排出総量は今後15年から20年以内にピークを過ぎ、減少に転じなければ、温度2℃上昇を回避することは困難となる。(den Elzen, M. and Meinshausen, M., 2005)。

温室効果ガス400ppm (CO₂eq) に安定化させるには、京都議定書の付属書I国は、2020年

までに、温室効果ガスの排出量を1990年水準より30%削減する必要がある。450ppm (CO₂eq) に安定化させる場合は、1990年水準より20%削減する必要がある (den Elzen, M. and Meinshausen, M., 2005)。

(4)削減開始の遅れによるコスト

Kallbekken, S., and Rive, N. (2005) は、削減開始を20年遅らせることは、ギャンブルに等しいと指摘する。年率0.3%で、温室効果ガスの排出総量が2012年から減少する場合（早期開始）と、20年遅れて、2033年から削減が始まる場合（遅れて開始）を比較すると、削減開始が20年遅れた場合、気温は0.5℃高くなる。気温上昇を早期開始と同じ温度に抑えるには、削減率は3倍から7倍になる。削減開始が20年遅れれば、削減量は、25%増大する (Kallbekken, S., and Rive, N., 2005)。

2005年2月に発効した京都議定書は、先進国の温室効果ガスの排出を、2012年までに1990年水準よりも約5%削減することを求めている。京都議定書の削減率は、年率に直すと、0.3%の削減に相当する。現在、イタリア、オランダ、ノルウェー、日本、アメリカ合衆国、カナダ、オーストラリアは、議定書が要求する目標を達成できておらず、EU 合計で見ても目標に届いていない。しかも、アメリカは、議定書の批准を拒否している。日本は、京都議定書において、温室効果ガスを1990年水準より6%削減することを約束しているが、2000年時点ですでに、1990年水準から7.9%も排出量が増大している（経済産業省技術環境局環境政策課編、2003, p.124）。京都議定書に相当する0.3%の削減ですら、実現できない現状を考慮すると、削減開始が20年遅れた場合に、3倍から7倍もの

削減率を実行することは、極めて可能性が低い。

(5)排出削減シナリオと先進国の削減率

●排出パスの要約

エクセター会議における emission paths のシナリオを要約する。

- ・気温上昇を2℃までに制限するには、温室効果ガス濃度を400ppm (CO₂eq) 以下に安定化することが必要である。450ppm での安定化では、2℃以下に抑えられる確率は低くなる。50%以上の確率で気温上昇を2℃までにとどめるには、二酸化炭素単独の濃度は、350ppm から400ppm に安定化させる必要がある (den Elzen, M. and Meinshausen, M., 2005)。
- ・温室効果ガスを400ppmm (CO₂eq) で安定化させるためには、世界全体で、2050年までに、1990年水準から50%または60%削減する必要がある。450ppm (CO₂eq) で安定化させる場合は、1990年水準から30%または40%の削減が必要である (den Elzen, M. and Meinshausen, M., 2005)。
- ・温室効果ガス排出量は、世界全体で、遅くとも2020年までにピークととる必要があり、2095年までに年あたり3.1GtC/year にまで減少しなければならない (the International Scientific Steering Committee, 2005, p.5)。2002年時点の二酸化炭素排出量は、世界全体で8.05GtC である (GtC は炭素換算で10億トン) である¹⁷⁾。温室効果ガスは、今後、約100年以上の長期にわたり削減が必要であり（国立環境研究所、2005）、今世紀末までに、現在の半分以上に削減する必要がある。

表2 地球システムにおける時間スケール

温室効果ガスの全球大気中での混合	2-4年
CO ₂ （二酸化炭素）の寿命半減期	50-200年
CH ₄ （メタン）の寿命半減期	8-12年
二酸化炭素増加に対する気温の反応	120-150年
海洋深層への熱・二酸化炭素の輸送	100-200年
気温変化に対する海面水位の反応	～10000年
気温変化に対するアイスクャップ（氷帽）の応答	～10000年

資料出所：IPCC, 2001, J. T. Houghton, Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C. A. Johnson, eds., *Climate Change 2001, The Scientific Basis, Contribution to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press.)

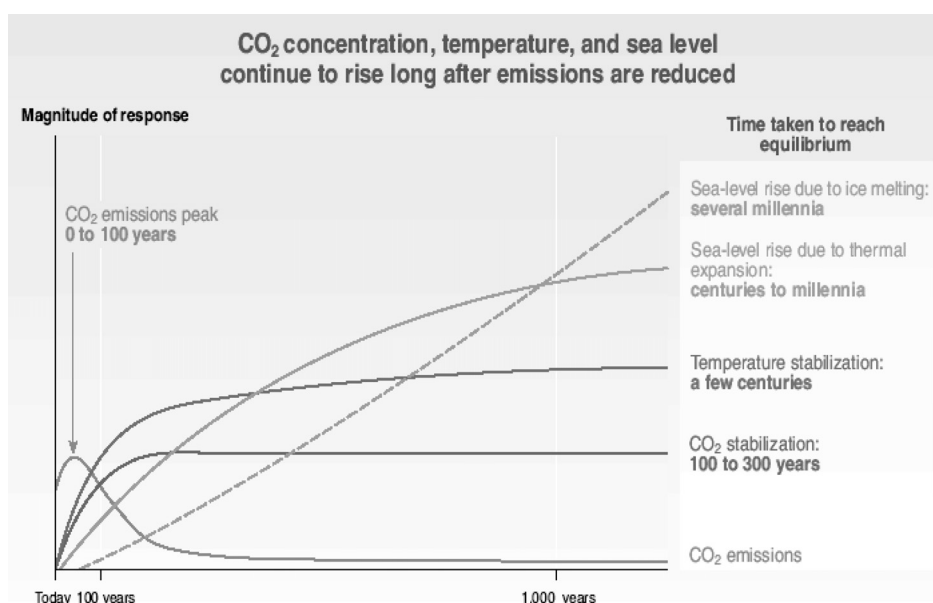


図8 二酸化炭素濃度、気温、海面上昇の予測

資料出所：IPCC, Watson, R.T. and the Core Writing Team (Eds.), *IPCC Third Assessment Report: Climate Change 2001, Synthesis Report, Summary for Policymakers*, p.17. figure SPM-5. <http://www.ipcc.ch/pub/un/syren/spm.pdf>.

二酸化炭素濃度、気温、海面ともに、二酸化炭素の排出が削減された後も、長期間にわたって上昇を続ける。均衡に達するまでに要する時間は、以下のとおり。

氷の融解による海面上昇：数千年

熱膨張による海面上昇：数百年から数千年

気温の安定化：200-300年

二酸化炭素濃度の安定化：100-300年

●日本は2050年までに80%削減が必要

前項の要約は、世界全体での温室効果ガスの排出削減シナリオであった。先進国と途上国での負担割合を考慮すると、日本および先進国の排出削減量は、さらに厳しい内容となる。先進国の削減量について、「2050年低炭素社会シナリオに関する国際シンポジウム」（東京）におけるドイツの政策担当者の報告を要約しよう（Weiß, M., 2005）。

- ・気温上昇を2℃以下にするには、温室効果ガスを400ppm 二酸化炭素換算（CO₂eq）で安定化させることが必要である。そのためには、京都議定書 Annex I 国は、2020年までに、1990年水準から20%または50%削減することが必要であり、2050年までに80%から90%削減する必要がある。
- ・日本は、2020年までに30%から35%削減、2050年までに80%削減することが必要である。ドイツは、2020年までに1990年水準から40%削減することが必要であり、2050年までに80%削減が必要である。
- ・温度2℃上昇は、決して安全な水準とは言えない。多くの地域にとって、気候変動による「危険な影響」は、1℃上昇を突破した段階から現れる。そして、1℃から2℃上昇の間で、早くも、多くの深刻な影響が発生する。大規模かつ回復不可能な（irreversible）環境変化は、温度上昇2℃あたりから始まると予測される。

(6)温室効果ガスの長期寿命と気候システムの慣性

温室効果ガスに関して、消費者がもっとも理解すべき点は、その長期寿命である。温室効果ガスのうち、二酸化炭素、一酸化二窒素（N₂O）、パーフルオロカーボン類（PFCs）、6フッ化硫

黄（SF₆）は、大気中での寿命（滞留期間）が長く、極めて長期に温室効果を発揮し続ける。二酸化炭素の大気中寿命は5年-200年である。二酸化炭素は、排出による濃度の増加分の4分の1が、排出後、約200年にわたって大気中に残留する。大気中でのメタンの寿命は12年、一酸化二窒素は114年とされる¹⁸⁾。

しかも、二酸化炭素等の温室効果ガスの濃度上昇に対して、気候システムの反応は、すぐには結果が出ず、濃度上昇の結果は、その後、何百年、何千年にもわたって、遅れて現れるという慣性（inertia）をもっている。気候システムの慣性により、放出された二酸化炭素によって、その後、気温は120-150年も上昇し続ける。さらに、海洋深層部にまで熱と二酸化炭素が輸送されるには、100-200年かかる。熱膨張による海面水位の上昇は、数百年から数千年かかる。氷の融解による海面水位の上昇は数千年、持続する。（表2）（図8）

温室効果ガスの寿命の長期性および気候システムの慣性により、二酸化炭素の排出削減が今世紀中に行われたとしても、二酸化炭素の大気中濃度が安定するには、100年から300年かかる。気温が安定するのは、200年-300年かかる。しかも、海面上昇は数千年も続く（図8）。気候システムのこうした長期的な時間スケール¹⁹⁾を正確に理解すること無しには、二酸化炭素の排出削減が、なぜ今、緊急に必要なのか、消費者には理解できないであろう。

4. 家庭部門における二酸化炭素の削減策

(1)「地球温暖化対策推進大綱」の家庭部門対策

家庭部門に求められる温室効果ガス削減対策を検討しよう。政府は、温室効果ガス削減策に

ついて、「地球温暖化対策推進大綱」（地球温暖化対策推進本部，2002年）を発表しており，家庭部門について，次の対策が示されている。

①家電，OA 機器のエネルギー消費効率改善の強化。②高効率給湯器の普及促進。CO₂冷媒ヒートポンプおよび潜熱回収型給湯器に対する補助。③家電製品の待機時消費電力の削減。待機時消費電力の少ない製品のためのラベル制度。④住宅の省エネ性能の改善。住宅金融公庫融資における省エネルギー性能基準の強化および公庫融資による誘導措置。省エネルギー性能にかかる住宅性能表示制度の普及。⑤家庭用ホームエネルギーマネジメントシステムの開発²⁰⁾。⑥家電，給湯器，OA 機器における省エネ表示ラベルの整備。⑦住宅用太陽光発電，住宅用太陽熱利用の導入。太陽光発電および太陽熱利用に対する補助。⑧ハイブリッド自動車，天然ガス車の普及。自動車燃費改善の強化。自動車税のグリーン化。低公害車に対する補助制度。

この削減策には，次の問題点を指摘できる。この政策は，温室効果ガス削減をもつばら，省エネ製品の導入により対応しようとしているが，省エネ製品への切り替えに対して，公的財源からの補助や税の引き下げなど，インセンティブが少ない。上記の大綱では，CO₂冷媒ヒートポンプ，潜熱回収型給湯器，太陽光発電，太陽熱利用，低公害車に対する補助，省エネルギー住宅に対する住宅金融公庫融資，グリーン車に対する減税がある。しかし，住宅の断熱性能の改善，屋上緑化など，住宅関連の省エネ設備の導入は，家計にとって大きな支出を要するものであり，補助や税の割引などを積極的に導入する必要がある。

たとえば生活必需品である冷蔵庫は，省エネ

型機器に変更することにより，大幅に二酸化炭素削減が可能であるが，これら家電分野，OA 機器分野での省エネ機器への切り替えは，主に，家庭の自主努力に任されている。

(2)排出削減のインセンティブと資金補助

●イギリスにおける家庭部門対策

家庭部門からの温室効果ガス排出削減を効果的に進めるには，家電製品や住宅機器のエネルギー性能改善を促進するインセンティブが重要である。ここでは，家庭部門の削減対策で効果을上げているイギリスの取り組みを参考にし，家庭部門における排出削減の条件を検討する。

イギリスは，「気候変動プログラム」（2000年）および「エネルギー効率化政府行動計画」（2004年）に基づき，温室効果ガス削減を進めている。「イギリス気候変動プログラム」は，既に2000年時点で，家庭部門の温室効果ガスを1990年水準から8.4%削減しており，さらに，2010年までに10.9%削減（炭素換算0.4MtC）が可能であると予測している（Defra, 2001, p.102）²¹⁾。2005年からスタートするエネルギー効率化・政府行動計画は，2010年までにイギリスの家庭部門の温室効果ガス排出量を，4.2MtC 削減すると試算する（Defra, 2004, p.11）。

これら家庭部門対策は，住宅設備および家庭機器におけるエネルギー性能の向上を目的とするもので，主に次の内容から構成される。①「エネルギー効率化義務」（Energy Efficiency Commitment）による住宅，家庭機器のエネルギー効率の改善。②コミュニティ暖房システム（Community heating system）の導入と補助。③住宅エネルギー効率化計画（New Home

表3 イギリス家庭部門の削減対策と削減量予測

	家庭部門の炭素削減量予測 (MtC)
イギリス気候変動プログラムに含まれる手法 ①エネルギー効率化義務による家庭機器のエネルギー性能向上 ②地域暖房システムにおける省エネ機器への交換 ③新住宅エネルギー効率化計画 ④家庭用品のエネルギー性能基準の整備, 比較可能な情報の提供 ⑤住宅建築基準の変更による省エネ機器への転換	1.5
エネルギー効率化・政府行動計画による手法 ⑥2005年以降のエネルギー効率化義務による家庭機器のエネルギー性能向上 ⑦ウォーム・フロント計画 ⑧コミュニティ・エネルギー ⑨建築規制2005年 ⑩その他	1.4 0.2 0.1 0.8 0.2
家庭部門削減量 合計	4.2

(数値は、二酸化炭素の排出削減量の予測。単位 MtC (百万トン))。

出所: Defra, 2001, Climate Change UK Programme, p.104, および, Defra, 2004, 'Energy Efficiency: The Government's Plan for Action,' p.11 より筆者作成。

<http://www.defra.go.uk/environment/climatechange/cm4913/index.htm>, および

<http://www.official-documents.co.uk/document/cm61/6168/6168htm> よりダウンロード可能)。

Energy Efficiency Scheme), ウォーム・フロント (Warm Front) 計画による暖房機器のエネルギー性能改善に対する補助。④省エネ改善のための情報提供とアドバイス。⑤EU エネルギー・ラベルの整備。⑥建築基準におけるボイラー (給湯・暖房) のエネルギー性能基準の引き上げ。(表3)

●多様なインセンティブと低所得層への補助

第一に、イギリスの家庭部門対策では、住宅暖房・家電機器のエネルギー性能を改善するため、多様なプログラムによって、積極的に公的財源から補助がおこなわれる。その第一の特徴は、低所得世帯を最優先に資金補助が与えられる点である。

- ①「新住宅エネルギー効率化計画」および「ウォーム・フロント計画」では、低所得による燃料欠乏世帯の解消と、家庭部門か

らの二酸化炭素削減を目指す。高齢、身障者、失業者、年金受給者などの低所得世帯が住宅用断熱材、暖房、給湯器、照明具、冷蔵庫などを省エネ機器を導入または変更する場合、補助金が与えられる²²⁾。これらは、地方自治体の地域再開発プログラムの一環としても実施され、低所得世帯の住宅の省エネ改善が進められる (Defra, 2004, p.27)²³⁾。

- ②良質住宅プログラム (Decent Home Programme) では、個人所有の賃貸住宅に壁・屋根裏断熱材を導入する場合、家主に対し、手当と融資が認められる (Defra, 2004, p.25)²⁴⁾。

- ③コミュニティ暖房に対し、補助が与えられる。学校、大学、病院、ビジネス施設、コミュニティ施設の周辺で、地区暖房を導入するよう、地方自治体等に財政補助がおこ

なわれる。

- ④太陽熱温水器、太陽光発電、再生可能エネルギー発電に対して、補助が与えられる（個人に79万ポンド、団体に97万ポンド）（Defra, 2004, p.30）。

第二に、家庭用省エネ機器に対する付加価値税の引き下げが、行われている。給湯器、セントラルヒーティング、太陽光発電パネルの付加価値税が17.5%から5%に削減され、年金受給者世帯における防犯設備やセントラルヒーティング、地熱源ヒートポンプにも、付加価値税の引き下げが行われている（Defra, 2001, p.105. Defra, 2004. p. 28）。

第三に、消費者に対し、積極的な情報提供とアドバイスが行われる。「エネルギー効率化」義務により、電気・ガスなどのエネルギー供給業者は、消費者に対し、住宅の断熱材やボイラー、暖房器具の省エネ改善を図るよう奨励する責任がある。エネルギー性能改善の少なくとも半分は、顧客の料金割引に結びつくことが必要であり、特に、低所得世帯を焦点にすることが要求される（Defra, 2004）。「エネルギー削減トラスト」（Energy Saving Trust）、および「エネルギー効率化アドバイス・センター」（Energy Efficiency Advice Centres）を通じて、住宅や家庭機器の条件に応じた省エネプログラムが消費者にアドバイスされる（Defra, 2004. p.32）。

●日本が参考にすべき点

イギリスの家庭部門対策から日本が参考にできることは、省エネ製品への切り替えを効率的に進めるには、多様なインセンティブを用意する必要があるということである。住宅の断熱性能改善では、低所得世帯対策と連結させた対策が参考になる。日本でも、「地球温暖化対策推

進大綱」において、補助対象となっているものに加えて、住宅の断熱性能の改善、屋上緑化に対する補助、省エネ性能に優れた家電製品に対する消費税の引き下げなど、多様なインセンティブを用意する必要があるだろう。さらに、住宅内における省エネ改善について、住宅や機器の条件に応じたエネルギー効率改善のアドバイスが積極的に提供されている点も、参考にすべきである。

結 び

本稿では、気候変動が消費生活に及ぼす影響、温室効果ガス削減シナリオ、家庭部門における温室効果ガス削減対策について、できる限り最新の情報に基づき、検討してきた。

気温上昇1℃の段階から、気候変動の影響は深刻なものとなる。温度2℃上昇までの段階で、すでに、多くの地域にとって危険な影響が生じると予測されている。削減シナリオによれば、温度2℃上昇を回避するには、日本を含む先進国は、温室効果ガスを2050年までに、1990年水準から80%も削減することが必要であるとされる。この削減量は、小さなエネルギー節約では、到底対応できない膨大なものである。温度上昇予測が示す深刻さを、消費者が正確に理解しない限り、二酸化炭素の排出削減に真剣に取り組むことはできないであろう。そして、現在の大量消費生活スタイルを転換しない限り、削減シナリオが要求するような膨大な二酸化炭素削減はできない。消費者は、家庭部門のエネルギー節約の必要性を、自らの問題として受け止める必要がある。

本稿で述べたとおり、気候システムには慣性があるため、今後も今世紀を通じて、気温は上

昇を続ける²⁵⁾。たとえ、今後一切の温室効果ガスの排出を停止するとしても、気候システムの慣性により、気温は今世紀中、上昇する。この温度上昇を止めることはできない。氷床コアの融解による海面上昇についても、これを止めることはできない。今や、異常高温や台風に伴う豪雨、洪水などの影響予測に基づいて、自治体当局は、被害を最小化するための適応プログラムを作ることが急務となっている。

注

- 1) 気候変動専門家会議「Avoiding Dangerous Climate Change」は、2005年2月1日-3日、Exeterにあるイギリス気象局(Met Office)の本部 Hadley Centre で、環境・食品・農務省(Defra: Department for Environment, Food and Rural Affairs)が公式スポンサーとなって開かれた。IPCCのR. Pachauri議長、G8各国、中国、インドなど世界30カ国から、先端的な気候変動の研究者200人が集まった。会議において、環境大臣 Margaret Beckett は、公式発言として、今後20年から30年に渡って温度は上昇すること、これを回避できないこと、その結果、深刻な影響が発生することを認めた。政治家である環境大臣自らが、こうした発言をすること自体、いかに事態が深刻であるかを示している(環境大臣のスピーチは、'Secretary of State, Margaret Beckett's Global Call to Tackle Climate Change,' (dated 1 Feb. 2005), <http://www.defra.gov.uk/news/2005/050201a.htm> により閲覧可能。see <http://www.stabilisation2005.com>)。
- 2) 本稿では、温暖化ではなく、気候変動(climate change)の用語を使用する。人為的な温室効果ガスの排出による気候変動は、単に気温上昇をもたらすだけでなく、海水温の上昇による海水膨張・海面上昇、氷河の融解がもたらす海面上昇、海洋の酸性化、海洋潮流大循環(熱塩循環, thermohaline circulation)の停止などをもたらす、これら全てが、降雨量、植生・生態系、水資源、食糧生産、感染症蔓延の被害をもたらすためである。
- 3) エクセター会議の内容を正確に要約するには、私は力不足である。それにも関わらず、会議の内容を消費者問題として取り上げる理由は、第一に、気候変動の影響及びリスクは、第三次報告書が予測したよりも、はるかに深刻であり、2℃の気温上昇でさえ危険であること、第二に、日本においても、深刻な被害を避けられないこと、第三に、会議の全ての研究発表は、イギリス気象局のサイトで公開され、日本の国立環境研究所の研究者も発表しているにもかかわらず、日本の環境省および国立環境研究所のサイトには、ごく簡単な概略が紹介されたのみで、核心部分は、日本語では殆ど消費者に発表されていないという事情による。
- 4) 気候感度(climate sensitivity)とは、二酸化炭素濃度を二倍にして、平衡状態をつくる実験(倍増実験)で生じる全球平均地上気温(global mean surface temperature)の上昇量のこと。この数値が高いと、より急速に温暖化する(近藤洋輝, 2004)。
IPCC第三次レポートは、気候感度を1.5℃から4.5℃の範囲と予測していた。しかし、近年の研究は、気候感度は4.5℃よりも高い可能性もあり、気候感度が4.5℃以上の高い値をとる可能性についても、統計的に有意な確率が認められると指摘する(Andronova, N. G., Schlesinger, M. E., 2001, および Forest, C.E., Stone, P. H., Sokolov, A., Allen, M. R., Webster, M. D., 2002.)。Meinshausen (2005)は、温室効果ガスを550ppm(CO₂eq)などの高い濃度で安定化させる場合、気候感度は、4.5℃以上の極めて高い値になる可能性を排除できないと指摘している(Meinshausen, 2005, conference presentation PDF file)。
- 5) 表1では、日本やアジア諸国における被害予測が少ないが、これは、英語圏の研究者の関心が主に、ヨーロッパ、北米、アフリカに向けられているという研究事情によるもので、日本やアジア地域における被害が少ないことを意味しない。
エクセター会議の資料には、気温3℃以上に上昇した場合の影響も示されている。例えば、

3℃上昇すると65の国でGDPが16%減少、小麦、芋収穫量の急落。気温3.2℃上昇で6億人に飢餓が発生、3.3℃上昇で3億人にマラリアのリスクが予測される。3℃以上になると、被害は、人類社会にとって危機的なもの（critical）になる。本稿では、気候変動の危険な影響を回避するためには、最悪でも、気温上昇は2℃以下に抑えねばならないとの前提で消費者政策を議論しているため、気温3℃以上の被害予測については、訳出を省略した。3℃以上の影響予測については、原資料を参照されたい（Table 2a, Impacts on human system due to temperature rise, precipitation change, increases in extreme events and sea level rise. www.stabilisation2005.com からダウンロード可能）

- 6) イギリス気象局（Met Office）の2004年報告書は、昨年2004年に、東京で39.5℃を記録したことを驚きをもって報じている。また、2003年のヨーロッパの熱波は、1860年に世界的な気象記録をとり始めて以来、最も暑い夏であり、数値記録でも西暦1500年以来、最も暑い夏であった。ヨーロッパで1万5000人の死者と山林火災、農産物被害を生じた。2003年の熱波は、その半分以上が人間による温室効果ガスの放出による人為的原因であると分析されている。今後は、2003年のような熱波がより頻繁に訪れること、今後、ヨーロッパの夏は、2003年の夏よりも暑くなること、2060年ごろには、「2003年の夏は、なんて涼しい夏だったのだろう」と言われるようになる、と予測している（Met Office, 2004, pp.9-10）。
- 7) Council of the European Union, 2004, 2632nd Council Meeting Environment, Luxembourg, see http://ue.eu.int/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/en/envir/83237.pdf.
- 8) Oppenheimer, M. and Alley, R.B., 2004, The West Antarctic Ice Sheet and Long Term Climate Policy, *Climatic Change* 64, 1-10.
- 9) Hare, W., 2003, 'Assessment of Knowledge on Impacts of Climate Change: Contribution to the Specification of Art.2 of the UNFCCC,' Potsdam, Berlin, WBGU, German Advisory Council on

Global Change, <http://www.wbgu.de/wbgu-sn2003-ex01.pdf>.

Smith, J.B., 'Vulnerability to Climate Change and Reasons for Concern: A Synthesis' in McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J., and White, K.S. (eds), 2001, *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, p. 1042.

ACIA, 2004, *Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Impact assessment*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- 10) 主な温室効果ガスは、CO₂（二酸化炭素）CH₄（メタン）、N₂O（一酸化二窒素）、HFCs（ハイドロフルオロカーボン類、代替フロン的一种）、PFCs（パーフルオロカーボン類）、SF₆（六フッ化硫黄）、VOC、CO、NO_x、SO₂がある。大気中濃度が高い二酸化炭素は、温暖化に影響が大きいため、第一に削減が必要である。温室効果ガスのうち、京都議定書では、CO₂、メタン、一酸化二窒素、HFCs、PFCs、SF₆を排出削減対象としている。

京都議定書は、1997年に、気候変動に関する国際連合枠組み条約（UNFCCC）の第三回締約国会議において採択され、1990年水準に比べて、温室効果ガスを主要先進国全体で約5.2%削減することが決められた。国別の削減率は、1990年水準に比べて、日本は6%削減、アメリカ7%削減、EU 8%削減、カナダ6%削減、オーストラリア8%削減などである。ただし、アメリカ、オーストラリアは、京都議定書を批准しておらず、アメリカは、その後、京都議定書から離脱している。

- 11) このシナリオは、濃度安定化の前に、排出量がピークを迎えることを前提にしている。温室効果ガス400ppm（CO₂eq）で安定化の場合は475ppmでピークを、450ppm（CO₂eq）で安定化の場合は500ppmでピークを迎えると仮定している。シナリオが使用している予測モデルは、54 IPCC SERS, および Post- SRES シナリオ, Equal Quantile Walk 法による主要温室効果ガスの安定化予測である（Meinshausen, M., 2005）。

- 12) この温度予測には、温室効果ガス475ppm (CO₂eq) でピークになると仮定していることも影響している。
 - 13) このシナリオでは、温室効果ガスは安定化する前にピークを迎えると仮定する。濃度400ppm 安定化の場合には、480ppm でピークを迎える。濃度450ppm 安定化の場合には、500ppm でピークを迎える。濃度500ppm 安定化の場合には、525ppm でピークを迎える。シナリオは、主要温室効果ガス抑制モデル FAIR-SiMCap, Simple Climate Model MAGICC4.1を使用 (den Elzen, M. and Meinshausen, M., 2005)。
 - 14) このシナリオでは、削減率は、最大で年率2%の削減、二酸化炭素換算400ppm で安定化の場合のみ、削減率は、最大で年率2.5%から3%で20年以上削減すると仮定する (den Elzen, M., and Meinshausen, M., 2005)。
 - 15) 温室効果ガスを450ppm で安定化させる場合には、2050年までに、1990年水準から20%削減することが必要である。しかし、2℃を突破する危険が大きくなる (Meinshausen, M., 2005)。
 - 16) 削減率は、最大で、年率2%、二酸化炭素換算400ppm での安定化の場合のみ、削減率は、最大で、年率2.5%から3%で20年以上削減すると仮定している (den Elzen, M. and Meinshausen, M., 2005)。このシナリオが削減率を小さく見積もる理由は、気候システム自体に慣性があり、二酸化炭素の削減に対して、気候システムはすぐには反応せず、数十年以上遅れて気温上昇が安定すること、また、発電施設などの社会基盤の変更には数年を要するため、急激な削減は、実行困難であるためである。
- 今年2005年2月に発効した京都議定書は、二酸化炭素換算で、先進国の温室効果ガスの排出を、2012年までに1990年水準よりも、平均で約5%削減することを求めている。この削減率は、年率に直すと0.3%の削減に相当する。現在、温室効果ガスの削減に関して、法的効力をもつ国際的合意は、この京都議定書のみであり、京都議定書の年率0.3%が、現在のところ、実際の政策において、政治的経済的に実行可能な削減率の最大値と考えられる。この点を考慮するなら、
- 年率2%の削減、あるいは、400ppm 安定化の場合は年率3%で20年間の削減を続けることが、現実の経済にとって、いかに大きな負担であるか理解できよう。
 - 17) Höhne, N., 2005, p. 2.
 - 18) 近藤洋輝, 2004, p.94.
 - 19) 時間スケールとは、二酸化炭素排出量の増大などについて、その最終的な影響の、少なくとも半分が現れるのにかかる時間をさす (IPCC, 2001, および近藤洋輝, 2004)。
 - 20) これは、家庭におけるエネルギー消費の状況をリアルタイムで表示し、家庭内の主要機器を最適制御するシステムである。
 - 21) イギリス環境食品農務省 (Defra) によれば、家庭部門における温室効果ガスの削減量は、純粋に、家庭機器および住宅設備の省エネ改善のみによるのではなく、温暖化に伴って暖房需要が減少していることも、排出量を減少させていると指摘している (Defra, 2001, p.103)。
 - 22) イギリスでは、家庭部門のエネルギー消費の約8割が室内暖房と給湯に使用されており、非効率的な暖房・断熱性能の住宅では、暖房費用が高所得家庭の2倍から3倍にものぼる。
 - 23) 新住宅エネルギー効率化計画では、1999年-2000年に年間7,500万ポンド、2000年から2004年に6億1,300万ポンドの補助が低所得世帯の住宅暖房・断熱性能の改善に投入され、今後も60歳以上の低所得世帯48万世帯を含む80万世帯に対して、新 HEES の補助が投入される (Defra, 2001, p.105)。ウォーム・フロントおよび類似プログラムを含めると、これらの対策は、2010年までに年当たり温室効果ガスを0.2から0.3MtC 削減すると予測される (Defra, 2004, p.27)。
 - 24) 良質住宅プログラムでは、2002年-2005年で5,000万ポンドの補助が行われると推計している (Defra, 2004, p.2004)。
 - 25) Hansen によれば、人間活動が過去に放出した温室効果ガスにより、地球が太陽からの放射を宇宙へ反射する量よりも、太陽からの放射による熱エネルギーを吸収する量の方が、多くなっている。このエネルギーの吸収と放射の不均衡分は、主に、海洋に熱として溜め込まれる。海

洋は、すでに膨大な熱エネルギーを溜め込んでおり、過去50年間に地球が吸収した熱エネルギーは、今後、人類社会が新たに温室効果ガスの排出量を追加するか否かに関わりなく、地球の大気を現在の水準から0.6℃上昇させるのに相当すると計算される。過去の温暖化エネルギーの半分は、今後30年—40年以内に、気温上昇として現れると計算されている（Hansen, J., 2005, Hansen, J., 2004）。

参考文献

- ACIA, 2004, *Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Andronova, N.G., Schlesinger, M.E., 2001, 'Objective estimation of the probability density function for climate sensitivity,' *Journal of Geophysical Research- Atmospheres*, No. 106, pp. 22605-22611.
- Council of the European Union, 2004, *2632nd Council Meeting, Environment*, http://ue.eu.int/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/en/envir/83237.pdf.
- Cox, P., Jones, C., Huntingford, C., 2005, 'Conditions for positive feedbacks from the land carbon cycle,' conference presentation for 'Avoiding Dangerous Climate Change,' see <http://www.stabilisation2005.com/day1/COX.pdf>.
- den Elzen, M., and Meinshausen, M., 2005, 'Emission implications of long-term climate targets,' conference abstract for 'Avoiding Dangerous Climate Change,' p.6. http://www.stabilisation2005.com/52_Michel_den_Elzen.pdf.
- Defra (Department for Environment, Food & Rural Affairs), 2001, *Climate Change: The UK Programme*, http://www.defra.gov.uk/environment/climate_change/cm4913/index.htm.
- Defra, 2004, *Energy Efficiency: the Government's Plan for Action*, <http://www.official-documents.co.uk/document/cm61/6168/6168htm>.
- Emori, S., Kimoto, M., Hasegawa, A., Nozawa, T., Sumi, A., Oki, T., Takahashi, K., Harasawa, H., 2005, 'Japan as a possible hot spot of flood damage in future climate illustrated by high-resolution climate modelling using the Earth Simulator,' conference abstract for 'Avoiding Dangerous Climate Change,' http://www.stabilisation2005.com/posters/Emori_Seita.pdf.
- Forest, C. E., Stone, P. H., Sokolov, A., Allen, M. R., Webster, M. D., 2002, 'Quantifying Uncertainties in Climate System Properties with the Use of Recent Climate Observations,' *Science*, No. 295, pp. 113-117.
- Hansen, J., 2004: 'Defusing the global warming time bomb,' *Scientific American*, No. 290, March, pp.68-77.
- Harasawa, H., 2005, Key Vulnerabilities and Critical Levels of Impacts in East & South East Asia, conference presentation for 'Avoiding Dangerous Climate Change,' see <http://www.stabilisation2005.com/day2/harasawa.pdf>.
- Hare, W., 2003, 'Assessment of Knowledge on Impacts of Climate Change — Contribution to the Specification of Art. 2 of the UNFCCC,' Berlin, WBGU. German Advisory Council on Global Change, <http://www.wbgu.de/wbgu-sn/2003-ex01.pdf>.
- Hare, B., 2005, 'Relationship between in global mean temperature and impacts on ecosystems, food production, water and socio-economic systems,' abstract for the conference 'Avoiding Dangerous Climate Change,' http://www.stabilisation2005.com/58_Bill_Hare.pdf.
- Höhne, N., 2005, 'Impact of the Kyoto Protocol on Stabilization of Carbon Dioxide Concentration,' conference abstract for 'Avoiding Dangerous Climate Change,' http://www.stabilisation2005.com/posters/Hohne_Niklas.pdf, visited at 10 Feb 2005.
- IPCC, 2001, J. T. Houghton, Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C. A. Johnson, eds., *Climate*

- Change 2001, The Scientific Basis, Contribution to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Kallbekken, S., and Rive, N., 2005, 'Why delaying action is a gamble, conference abstract for 'Avoiding Dangerous Climate Change,' http://www.stabilisation2005.com/30_Steffen_Kallbekken.pdf
- Meinshausen, M., 2005, 'On the risk of overshooting 2°C,' conference abstract and presentation for 'Avoiding Dangerous Climate Change,' http://www.stabilisation2005.com/14_Malte_Meinshausen.pdf, <http://www.stabilisation2005.com/day2/Meinshausen.pdf>.
- Met Office, 2004, *Uncertainty, risk and dangerous climate change: Recent research on climate change science from the Hadley Centre*.
- O'Neill, B. C. and M. Oppenheimer, 2002, "Climate change — dangerous climate impacts and the Kyoto protocol," *Science*, 296, pp.1971–1972.
- Oppenheimer, M. and R. B. Alley, 2004, 'The West Antarctic Ice Sheet and Long Term Climate Policy,' *Climatic Change*, 64, pp. 1–10.
- Pearce, F., 2005 'Oceans are hiding climate time bomb,' *NewScientist*, 7 May 2005.
- Schneider, S. H. and J. Lane 2005, 'An Overview of Dangerous Climate Change,' conference abstract for 'Avoiding Dangerous Climate Change,' <http://www.stabilisation2005.com/Schneider-lane.pdf>
- Smith, J. B., 2001, 'Vulnerability to Climate Change and Reasons for Concern: A Synthesis' in McCarthy, J. J., Canziani, O. F. Leary, N. A., Dokken, D. J., and White, K. S. (eds), 2001, *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- International Scientific Steering Committee, 2005, 'International Symposium on the Stabilisation of Greenhouse Gas Concentration,' Report of the International Scientific Steering Committee 'Avoiding Dangerous Climate Change,' http://www.stabilisation2005.com/Steering_Committee_Report.pdf.
- Weiβ, M., 2005, 'Towards Long-Term Emission Reduction Targets in International Climate Policy,' 24 March 2005, Tokyo, conference presentation. http://2050.nies.go.jp/2050sympo/pdf/session2-2_Weiss.pdf
- 環境省, 2005, 「一人ひとりの地球温暖化対策」, <http://env.go.jp/earth/ondanka/katei.html>.
- 国立環境研究所, 2005, 「地球温暖化が日本に与える影響について」, http://www.env.go.jp/earth/nies_press/effect/index.html.
- 近藤洋輝, 2004, 『地球温暖化予測がわかる本：スーパーコンピューターの挑戦』, 成山堂書店。
- 全国地球温暖化防止活動推進センター, 2003, 『二人ではじめる環のくらし Part2』, <http://www.wanokurashi.ne.jp/mat/catalog4/pdf1/all.pdf>.
- 経済産業省技術環境局環境政策課編, 2003, 『気候変動に関する将来の持続可能な枠組みの構築に向けた視点と行動, 産業構造審議会環境部会地球環境小委員会中間とりまとめ』, 産業経済調査会。
- 地球温暖化対策推進本部, 2002, 地球温暖化対策推進大綱。 <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/taiko/all.pdf>

The Risk of Overshooting 2°C Warming and the Policies for Emission Reductions in the Household Sector

TAKEHAMA Asami*

Abstract: This paper aims to provide consumer information regarding the risk of overshooting a global mean temperature increase of 2°C above pre-industrial levels and climate change impacts. Without comprehending the long-term inertia of climate systems and the magnitude of impacts caused by a temperature increase of 2°C, consumers cannot understand why such a huge amount of reductions is urgently required. This paper provides an overview of how much reduction in emissions is required in order to avoid a 2°C temperature increase. The paper also reviews discussions on emission pathways required to stabilise concentrations of greenhouse gases. In addition, the research gives consideration to the policies for reductions that the household sector is required to make.

First, concerning the risk of overshooting a 2°C equilibrium warming, this paper examines how much warming is unavoidable and how much is avoidable. The consideration is based on discussions held at the 'Avoiding Dangerous Climate Change' conference in Exeter 2005. In order to avoid exceeding the temperature increase of 2°C with more than 50% confidence, concentrations of greenhouse gases should be stabilised at 450 ppm CO₂eq or lower. However, the risk of overshooting 2°C is still significant. For stabilisation at 400 ppm CO₂eq, the chance to stay below the 2°C warming would be classified as 'likely.' However, a temperature increase of 2°C is considered dangerous for many people. Serious and irreversible impacts would emerge at much earlier stages. To stabilise concentrations of greenhouse gases at 400 ppm CO₂eq, the net global emissions should peak in the next 10 or at least within 20 years, and should ultimately turn into a decline. The net global emissions of greenhouse gases should be reduced to 40% or 50% lower than the 1990 level by 2050.

The emission pathway scenarios show that the current concentration of carbon dioxide is already critical, and it is approaching the limit at which human society can stabilise global mean temperature below the level of 2°C warming. Urgent and large-scale reductions are required. Because greenhouse gases in the atmosphere have long-term effects on climate systems, even if feasible emission reductions are implemented now, the global mean temperature could possibly increase to about 1.5°C or 1.8°C by around 2050.

Second, this paper examines which policies governing emission reductions are necessary and useful for the household sector. The research provides a comparative analysis of the Climate Change UK Programme and Japanese reduction policies. Japanese reduction policies are limited, and few sources of financial aid are available to improve energy efficiency in the household sector. In contrast, the UK programme has introduced a variety of incentives and financial aid to improve energy efficiency measures, such as heating systems, solar panels, and house insulation. Governmental financial help includes financial aid for low-income households, support for community heating, tax relief for landlords installing insulation, and a reduced rate of VAT. The comparison shows that the UK incentives make a significant contribution toward improvements in energy efficiency in the UK household sector.

* Professor, Faculty of Social Sciences, Ritsumeikan University